



## **SKRIPSI**

**MODEL SEMIPARAMETRIK COX PH DAN  
PARAMETRIK (WEIBULL DAN  
LOGNORMAL) DALAM ANALISIS  
SURVIVAL (Kasus: Rawat Inap Penderita *DBD* di RSUD  
Haji Kota Makassar)**

**RIANGKARYAMAN  
1317142040**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR  
MAKASSAR  
2017**



## **SKRIPSI**

# **MODEL SEMIPARAMETRIK COX PH DAN PARAMETRIK (WEIBULL DAN LOGNORMAL) DALAM ANALISIS *SURVIVAL***

**(Kasus: Rawat Inap Penderita DBD di RSUD Haji Kota Makassar)**

Diajukan kepada Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Makassar untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar  
Sarjana Statistika

**RIANGKARYAMAN**

**1317142040**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR  
MAKASSAR**

**2017**

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip ataupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Bila dikemudian hari ternyata pernyataan saya terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh FMIPA UNM MAKASSAR.

Yang membuat pernyataan:

Nama : Riangkaryaman  
NIM : 1317142040  
Tanggal : Agustus 2017

## PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai civitas akademika Universitas Negeri Makassar, saya bertanda tangan dibawah ini:

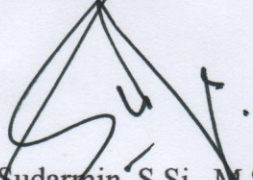
Nama : Riangkaryaman  
Nim : 1317142040  
Program studi : Statistika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Negeri Makassar. **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Exclusive Royalti-Free Right*)** atas skripsi saya yang berjudul “Model Semiparametrik Cox PH dan Parametrik (Weibull dan Lognormal) dalam Analisis *Survival* (Kasus: Rawat Inap Penderita DBD di RSUD Haji Kota Makassar)”, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Universitas Negeri Makassar berhak menyimpan mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis, pencipta dan pemilik, hak cipta serta tidak dikomersilkan.

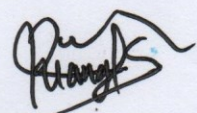
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Makassar  
Pada Tanggal : Agustus 2017

Menyetujui  
Pembimbing I

  
Sudarmin, S.Si., M.Si.  
NIP. 197010181997031001

Yang Menyatakan

  
Riangkaryaman  
NIM. 1317142040



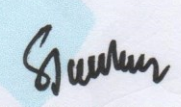
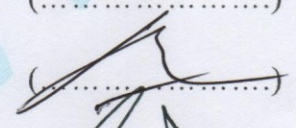
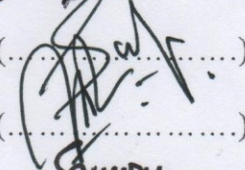
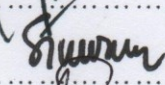
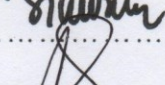
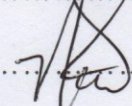
## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh **Riangkaryaman** dengan Nomor Induk **1317142040**, berjudul **Model Semiparametrik Cox PH dan Parametrik (Weibull dan Lognormal) dalam Analisis Survival (Kasus: Rawat Inap Penderita DBD di RSUD Haji Kota Makassar)**, telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dengan SK No. 3276/UN36.1/KM/2017, tanggal 14 Agustus 2017 untuk memenuhi sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Statistika pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar pada hari Kamis Tanggal 18 Agustus 2017.

Disahkan oleh:  
Dekan Fakultas MIPA  
Universitas Negeri Makassar

  
Prof. Dr. Abdul Rahman, M.Pd.  
NIP. 196204171988031001

### Panitia Ujian

- |                     |  |   |
|---------------------|--|---|
| 1. Ketua Ujian      | : Drs. Suwardi Annas, M.Si., Ph.D.                   | (  ) |
| 2. Sekertaris Ujian | : Prof. Drs. H. M. Arif Tiro, M.Pd.,<br>M.Sc., Ph.D. | (  ) |
| 3. Pembimbing I     | : Sudarmin, S.Si., M.Si.                             | (  ) |
| 4. Pembimbing II    | : Muhammad Kasim Aidid, S.Si., M.Si.                 | (  ) |
| 5. Penguji I        | : Drs. Suwardi Annas, M.Si., Ph.D.                   | (  ) |
| 6. Penguji II       | : Zulkifli Rais, S.Pd., M.Si.                        | (  ) |

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Allah mengangkat derajat orang-orang yang beriman di  
antara kalian serta orang-orang yang menuntut ilmu  
beberapa derajat.  
(Al Mujadaah: 11)

*“Dari Anas bin Malik ia berkata, Rasulullah saw, bersabda: Mencari ilmu itu wajib bagi setiap muslim, memberikan ilmu kepada orang yang bukan ahlinya seperti orang yang mengalungi babi dengan permata, mutiara, atau emas” HR.Ibnu Majah”*

”Siapa yang menghendaki kehidupan dunia, maka harus disertai dengan ilmu. Dan siapa yang menghendaki kehidupan akhirat, juga harus dengan ilmu.”  
(Imam Syafi’i)

“Menuntut ilmu adalah taqwa. Menyampaikan ilmu adalah ibadah. Mengulang-ulang ilmu adalah zikir. Mencari ilmu adalah jihad.” (Imam Al Ghazali)

*Kupersembahkan karya sederhana ini kepada Ayahanda Batman dan Ibunda Kamariah serta saudara-saudaraku tercinta.*

## ABSTRAK

**Riangkaryaman, (2017).** Model Semiparametrik Cox PH dan Model Parametrik (Weibull dan Lognormal) dalam Analisis *Survival* (Kasus : Rawat Inap Penderita Analisis *Survival* Dengan Pemodelan Regresi *Cox Proportional Hazard* (Kasus: Pasien Rawat Inap Penderita *DBD* di RSUD Haji Kota Makassar). Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar (dibimbing oleh Sudarmin dan Muhammad Kasim Aidid)

Dalam analisis *survival* dikenal dua model, yaitu model semiparametrik dan model parametrik. Model semiparametrik merupakan model yang sering digunakan karena tidak mempertimbangkan distribusi data. Analisis *survival* semiparametrik dikenal dengan model regresi Cox Proportional Hazard (Cox PH). Model parametrik merupakan model analisis yang didasarkan pada distribusi data. Dalam model parametrik fungsi baseline hazard ditentukan berdasarkan distribusi waktu kejadiannya, sehingga fungsi *survival*, fungsi hazard, dan prediksi waktu *survival* dapat dihitung dengan menggunakan model parametrik. Analisis *survival* model parametrik yang digunakan adalah distribusi weibull dan lognormal. Data yang digunakan dalam analisis ini adalah data *Demam Berdarah Dengue (DBD)* di RSUD Haji Kota Makassar. Analisis *survival* ini digunakan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita *DBD* dan membandingkan model parametrik dan semiparametrik. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi laju kesembuhan penderita *DBD* yaitu jenis kelamin, usia, trombosit, leukosit, hemoglobin, hematokrit, dan suhu badan. Faktor yang signifikan terhadap model adalah trombosit dan suhu badan. Untuk membandingkan model yang terbaik dengan melihat Hasil nilai *Akaike Information Criterion (AIC)* dan *Mean Squared Error (MSE)* kedua model. Berdasarkan hasil nilai *AIC* dan *MSE* model yang terbaik adalah model semiparametrik yang berdistribusi weibull.

Kata Kunci: *Analisis survival, Semiparametrik, Parametrik, Demam Berdarah Dengue (DBD)*



## ABSTRACT

**Riangkaryaman, (2017).** Semiparametric Cox PH Model and Parametric Model (Weibull and Lognormal) in *Survival* Analysis (Case: Hospitalization Sufferers *Survival* Analysis With Cox Proportional Hazard Regression Modeling (Case: Inpatient Patients Dengue Fever in Haji Hospital Makassar) Statistics Study, Faculty of Mathematics and Natural Science, State University of Makassar (guided by Sudarmin and Muhammad Kasim Aidid)

In the *survival* analysis are known two models, namely semiparametrik model and parametric model. Semiparametrik model is a model that is often used because it does not consider the distribution of data. Semiparametric *survival* analysis is known as Cox Proportional Hazard (Cox PH) regression model. The parametric model is an analytical model based on data distribution. In the parametric model the baseline hazard function is determined based on the occurrence time distribution, so that the *survival* function, hazard function, and the predicted *survival* time can be calculated using the parametric model. Parametric model *survival* analysis used is weibull and lognormal distribution. The data used in this analysis is Dengue Hemorrhagic Fever (DBD) data at RSUD Haji Kota Makassar. This *survival* analysis is used to find out what factors influence the rate of dengue fever and compare parametric and semiparametric models. The factors that can affect the healing of patients with dengue fever, gender, age, platelets, leukocytes, hemoglobin, hematocrit, and body temperature. Significant factors to the model are platelets and body temperature. To compare the best model by looking at the result of Akaike Information Criterion (AIC) value and Mean Squared Error (MSE) both models. Based on the results of the AIC and MSE values the best model is the weibull distributed semiparametric model.

Keywords: *Analisis survival, Semiparametric, Parametric, Demam Berdarah Dengue (DBD)*



## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* Puji syukur penulis penjatkan kehadiran Allah subhana' wata' aalaa, yang atas rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ***“Model Semiparametrik Cox PH dan Parametrik (Weibull dan Lognormal) dalam Analisis Survival (Kasus : Rawat Inap Penderita DBD di RSUD Haji Kota Makassar”***. Penulisan skripsi ini dibuat untuk memenuhi sebagian persyaratan, guna memperoleh gelar Sarjana Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar.

Dibalik terselesaikannya skripsi ini banyak pihak yang telah membantu dan bekerja sama dengan penulis. Melalui pengantar ini penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing yakni bapak Sudarmin, S.Si., M.Si. dan bapak Muhammad Kasim Aidid, S.Si., M.Si yang telah berkenan memberikan waktu luang, arahan, bimbingan serta dengan penuh kesabaran meneliti setiap kata demi kata dalam skripsi ini. Serta kepada dosen penguji yakni bapak Drs Suwardi Annas, M.Si., Ph.D. dan bapak Zulkifli Rais, S.Pd., M.Si yang telah memberikan masukan dan saran-saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh rekan-rekan di kampus terkhusus bapak Asfar, S.Pd., M.Si yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan mengarahkan penulis, dan kepada temanteman seperjuangan angkatan 2013 Statistika FMIPA UNM yang telah memberikan dukungan dan bantuan serta mewarnai hari-hari penulis dengan senyuman ditiap sudut kampus orange.

Penulis menghaturkan pula ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Bapak Rektor Universitas Negeri Makassar.
2. Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan akademik.

3. Bapak Ketua Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar yang telah mendidik dan memberi motivasi kepada penulis selama dalam proses perkuliahan.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar yang telah mendidik dan memberi motivasi kepada penulis selama dalam proses perkuliahan

Tak lupa ucapan yang begitu istimewa penulis haturkan kepada Ayahanda tercinta Batman dan Ibunda tercinta Kamariah yang tiada henti-hentinya memberikan kasih sayang yang tulus dan menghantarkan do'a demi kesuksesan dan kebaikan penulis. Demikian juga buat saudara-saudaraku tercinta Riahastaman, Amrin Wijaya, Zahra Ramadhani serta untuk teman-teman seperjuangan Andi Indra Jaya, Nurfadhila Fahmi Utami, Bahri H.B, Irfina Sari, Ahmad Rifad Riadhi, Rezky Afdhal Darmadjid, Novi Afriyanti S dan teman-teman yang tidak bisa kami sebutkan satu-satu atas segala doa, nasihat, kasih sayang, perhatian, dorongan, bantuan, pengorbanan dan dukungan yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan.

Semoga yang telah penuliskan sebutkan di atas mendapat imbalan bernilai pahala di sisi Allah SWT, *Aamiin Allahumma Aamiin*. Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak yang terkait.

Makassar, Agustus 2017

Penulis

## **DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN SKRIPSI .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Pertanyaan Penelitian .....	3
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	4

## **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

A. Tinjauan Pustaka .....	6
B. Kerangka Pikir .....	21

## **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Jenis Penelitian .....	23
B. Sumber Data .....	23
C. Definisi Operasional Peubah .....	24
D. Prosedur Penelitian .....	26
E. Teknis Analisis Data .....	27

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Penelitian .....	29
B. Pembahasan .....	37

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	39
B. Saran .....	40

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>43</b>
-----------------------	-----------



## DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
3.1	Peubah-Peubah Laju Kesembuhan Pasien <i>DBD</i> .....	27
4.1	Analisis Deskriptif Jenis Kelamin Pasien <i>DBD</i> .....	29
4.2	Analisis Deskriptif Kondisi Trombosit Pasien <i>DBD</i> .....	29
4.3	Analisis Deskriptif Terhadap Peubah Pada Data Kontinu Pasien <i>DBD</i> .	30
4.4	Hasil Uji Kecocokan Distribusi .....	30
4.5	Nilai <i>p-value</i> pada <i>Global Test</i> .....	31
4.6	Perhitungan Uji Serentak Untuk Semua Peubah <i>Cox PH</i> .....	32
4.7	Pendugaan Parameter <i>Cox PH</i> .....	32
4.8	Perhitungan Uji Serentak Untuk Semua Peubah Weibull .....	33
4.9	Pendugaan Parameter Weibull .....	33
4.8	Perhitungan Uji Serentak Untuk Semua Peubah Lognormal .....	34
4.9	Pendugaan Parameter Lognormal .....	35
4.10	Nilai AIC dan MSE .....	36
4.11	Nilai <i>Hazard Ratio</i> .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
2.1	Skema Kerangka Pikir .....	22
3.1	Skema Teknik Analisis Data .....	27

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1.	Data Rawat Inap Penderita DBD Di RSUD Haji Kota Makassar Tahun 2015 .....	44
2.	Output Hasil Analisis Deskriptif .....	45
3.	Output Hasil Uji Asumsi <i>PH</i> .....	45
4.	Output Hasil Uji Kecocokan Distribusi .....	45
5.	Output Pendugaan dan Pengujian Parameter Cox PH .....	46
6.	Output Pendugaan dan Pengujian Parameter Weibull .....	46
7.	Output Pendugaan dan Pengujian Parameter Lognormal .....	47
8.	Output Pemilihan Model Terbaik .....	47





# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

*Demam berdarah dengue (DBD)* merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus *dengue* yang ditularkan dari orang ke orang melalui gigitan nyamuk *Aedes (Ae)*. *Ae aegypti* merupakan vektor yang paling utama, namun spesies lain seperti *Ae. Albopictus* juga dapat menjadi vektor penular (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2015). Penyakit *DBD* adalah permasalahan pokok di seluruh dunia. Menurut data Badan Kesehatan Dunia (WHO), Asia Pasifik menanggung 75 persen dari beban *dengue* di dunia antara tahun 2004 dan 2010, sementara Indonesia dilaporkan sebagai negara ke-2 dengan kasus *DBD* terbesar dinatara 30 negara wilayah endemis 30 negara wilayah endimis. Berdasarkan data Internal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit (P2P), pada tahun 2015, penderita demam berdarah 34 provinsi di Indonesia sebanyak 129.179 orang, dimana 1240 diantaranya meninggal dunia (CNN Indonesia 2016).

Dapat dilihat bahwa penderita penyakit *DBD* semakin tinggi, maka dibutuhkan penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita penyakit *DBD*. Analisis yang digunakan untuk menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita penyakit *DBD* adalah analisis *survival*.

Analisis *survival* adalah suatu metode yang berhubungan dengan waktu, mulai dari *time origin* atau *start point* sampai dengan terjadinya suatu kejadian khusus atau

*end point*. Analisis *survival* (*survival analysis*) atau analisis kelangsungan hidup atau analisis bertujuan menaksir probabilitas kelangsungan hidup, kekambuhan, kematian, dan peristiwa-peristiwa lainnya sampai pada periode waktu tertentu. Dalam analisis *survival* dikenal dua model, yaitu model semiparametrik dan model parametrik.

Model semiparametrik merupakan model yang populer digunakan karena tidak mempertimbangkan distribusi data. Selain itu, model semiparametrik merupakan model yang aman dipilih ketika berada dalam keraguan untuk menentukan model parametriknya, sehingga tidak ada ketakutan tentang pilihan model parametrik yang salah dan hasil pendugaannya hampir sama dengan hasil pendugaan dengan model parametrik (Kleinbaum dan Klein 2005). Model regresi semiparametrik dalam analisis *survival* dikenal dengan model regresi *Cox Proportional Hazard* (*Cox PH*). Model *Cox PH* juga tidak memerlukan fungsi *baseline hazard* yang terdapat pada model. Fungsi *baseline hazard* adalah fungsi hazard yang melibatkan waktu tetapi tidak melibatkan kovariat.

Model parametrik merupakan model analisis yang didasarkan pada distribusi data. Dalam model parametrik fungsi *baseline hazard* ditentukan berdasarkan distribusi waktu kejadiannya, sehingga fungsi *survival*, fungsi *hazard*, dan prediksi waktu *survival* dapat dihitung dengan menggunakan model parametrik. Pada analisis *survival*, distribusi yang umum digunakan adalah distribusi weibull, eksponensial, gamma, dan lognormal.

Berdasarkan pernyataan di atas, maka dapat menimbulkan suatu pertanyaan yaitu, model manakah yang lebih baik (semiparametrik dan parametrik) dalam menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita *DBD*. Oleh karena itu, akan dilakukan suatu perbandingan model semiparametrik dan model parametrik.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai analisis *survival*. Muthainnah (2007) tentang perbandingan model *cox proportional hazard* dan model parametrik berdasarkan nilai residual. Annam Adam Prakoso (2015) Identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi masa laktasi menggunakan analisis daya tahan. Alifa dan Purhadi (2016) analisis *survival* pada pasien *demam berdarah dengue (DBD)* di RSU Haji Surabaya menggunakan model regresi weibull.

#### **A. Rumusan Masalah**

Penyakit *demam berdarah dengue* cukup berbahaya, dalam penanganannya dapat melakukan analisis *survival*. Analisis *survival* atau analisis kelangsungan hidup yang bertujuan untuk menaksir probabilitas kelangsungan hidup, kekambuhan, kematian, dan peristiwa-peristiwa lainnya sampai pada periode waktu tertentu. Dalam analisis *survival* terdapat dua model yaitu semiparametrik dan parametrik. Oleh karena itu perlu diadakan penelitian pendugaan model semiparametrik dan model parametrik dalam analisis *survival*.

## **B. Pertanyaan Penelitian**

1. Bagaimana perbandingan antara model semiparametrik dan parametrik dalam analisis *survival*?
2. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita *DBD* yang ditinjau dari data rekam medis?

## **C. Tujuan**

1. Membandingkan model semiparametrik dan parametrik dalam analisis *survival*.
2. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita *DBD* yang ditinjau dari data rekam medis.

## **D. Manfaat**

Adapun manfaat penulisan dari skripsi ini adalah :

1. Manfaat teoritis.

Hasil dari penulisan ini bermanfaat untuk menambah wawasan dan menjadi salah satu masukan bagi pengembangan model semiparametrik dan parametrik dalam analisis *survival* yang dapat menjadi sumber referensi bagi penelitian selanjutnya. 2.

Manfaat Praktis

- a. Bagi Penulis

- 1) Untuk menambah wawasan bagi peneliti lain untuk menemukan sebuah ide yang bersifat kreativitas.



- 2) Untuk menjadi referensi kepada peneliti yang lain yang ingin melakukan penelitian relevan dengan judul model semiparametrik dan parametrik dalam analisis *survival* (Kasus : Rawat Inap Penderita *DBD* di RSUD Haji Kota

Makassar).

- b. Bagi Dinas Kesehatan

Penulisan ini dapat menjadi rujukan bagi dinas kesehatan untuk menangani pasien penderita *DBD* dalam proses meningkatkan laju perbaikan klinis.

- c. Bagi Mahasiswa

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mahasiswa, dan sebagai referensi untuk pengembangan metode analisis *survival*.

- d. Bagi Masyarakat.

Seluruh masyarakat dapat merasakan manfaat proses laju perbaikan atau kesembuhan terjadi lebih cepat.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Tinjauan Pustaka

##### a. Analisis *Survival*

Analisis *survival* (*survival analysis*) atau analisis kelangsungan hidup atau analisis bertujuan menaksir probabilitas kelangsungan hidup, kekambuhan, kematian, dan peristiwa-peristiwa lainnya sampai pada periode waktu tertentu. Ada sejumlah model telah dicoba untuk menghubungkan antara faktor risiko, kelangsungan hidup dan jangka waktu penaksiran. Pemilihan model perlu memerhatikan hal-hal berikut : (1) Bentuk distribusi probabilitas kelangsungan hidup, apakah bersifat parametrik atau non-parametrik, sebab tiap penyakit dan keadaankeadaan lainnya memiliki bentuk distribusi masing-masing; (2) Apakah faktor risiko yang mendapat perhatian hanya sebuah (*univariat*) ataukah majemuk (*multivariat*); (3) Ukuran sampel penelitian; dan (4) Apakah data mencakup pengamatan tersensor atau tak tersensor. (Murti, 1997 dalam skripsi Sarah,Chairin)

Analisis *survival* adalah teknik statistik yang digunakan untuk menganalisis data yang bertujuan untuk mengetahui hasil dari variabel yang mempengaruhi suatu awal kejadian sampai akhir kejadian, contohnya waktu yang dicatat dalam hari, minggu, bulan, atau tahun. Untuk kejadian awal contohnya awal pasien terjangkit penyakit dan untuk kejadian akhir contohnya kematian pasien dan kesembuhan pasien (Kleinbaum & Klein, 2011: 4 dalam skripsi Sarah,Chairin).

Pada analisis *survival* data yang digunakan adalah data mengenai awal kejadian hingga akhir kejadian. Data tersebut, berupa data tersensor, data terpancung, eksak. Data eksak diperoleh apabila waktu tepatnya suatu kejadian yang diinginkan terjadi diketahui. Data terpancung merupakan suatu mekanisme seleksi seorang individu akan masuk sebagai sampel atau tidak. Data dikatakan tersensor apabila data tidak dapat diamati secara lengkap karena subjek penelitian hilang atau mengundurkan diri atau sampai akhir penelitian subjek tersebut belum mengalami kejadian tertentu, sedangkan data yang dapat diamati secara lengkap sampai penelitian berakhir disebut data yang tidak tersensor (Lee & Wang, 2003).

Menurut Kleinbaum dan Klein (2005) tiga penyebab data dikatakan tersensor antara lain:

- a. *Loss to follow up*, yaitu subjek menghilang selama masa pengamatan, misal subjek pindah atau menolak untuk diamati.
- b. Subjek tidak mengalami kejadian selama penelitian.
- c. Subjek terpaksa diberhentikan dari pengamatan karena meninggal sebelum pengamatan berakhir atau alasan lain.

Menurut David Collet (2003) dalam analisis *survival* terdapat 3 tipe penyensoran yaitu:

- a. Sensor kanan

Sensor yang terjadi dikarenakan objek pengamatan belum mengalami kejadian hingga akhir periode pengamatan, sedangkan waktu awal dari objek pengamatan

dapat diamati secara penuh. Misalkan suatu individu diamati selama lima tahun dari awal pengamatan, kemudian pada tahun ketiga individu tersebut pindah ke negara lain dan tidak dapat diamati lagi (*lost to follow up*). Individu ini memiliki waktu *survival* dalam penelitian setidaknya dua tahun, sehingga waktu pengamatan individu tersebut dikatakan tersensor kanan.

b. Sensor kiri

Sensor yang terjadi dikarenakan waktu awal dari subjek pengamatan tidak dapat teramati pada awal pengamatan, sementara kegagalan dapat diamati secara penuh sebelum penelitian berakhir. Sebagai contoh, peneliti mengamati pasien penyakit *DBD*, peneliti dapat mencatat kejadian tepatnya seseorang tersebut positif *DBD* di tes pertamanya, namun peneliti tidak memiliki catatan tentang waktu tepatnya seseorang tersebut mulai berpenyakit *DBD*, dengan demikian pasien *DBD* tersebut tersensor kiri yaitu ketika mengalami kejadian pertama dengan hasil positif *DBD*.

c. Sensor interval

Sensor interval adalah sensor yang waktu *survival*nya berada dalam suatu selang tertentu. Sebagai contohnya, jika catatan medis menunjukkan bahwa pada usia 30 tahun pasien *DBD* dalam contoh di atas kondisinya sehat dan belum berpenyakit

*DBD*, kemudian pasien melakukan tes pertama saat berumur 40 tahun dan terdiagnosis terkena penyakit *DBD*, dengan demikian usia saat didiagnosis positif

*DBD* adalah antara 30 dan 40 tahun.

**b. Fungsi *Survival* dan Fungsi *Hazard***

Fungsi *Survival* ( $S(t)$ ) adalah fungsi yang menyatakan peluang seseorang dapat bertahan hidup atau lebih dari waktu  $t$ . Rumus umum dari fungsi *Survival* didefinisikan sebagai berikut :

$$S(t) = P(T \geq t) = 1 - F(t) \quad (2.1)$$

Dengan metode fungsi sebaran  $F(t)$  didefinisikan sebagai berikut :

$$F(t) = \int_0^t f(u) du \quad (2.2)$$

Variable acak  $T$  mempunyai fungsi kepekatan peluang  $f(t)$  adalah :

$$f = \frac{-dS(t)}{dt} \quad (2.3)$$

Fungsi *Hazard* ( $h(t)$ ) adalah fungsi yang menyatakan peluang seseorang mengalami resiko atau suatu kejadian seperti meninggal, kegagalan pada waktu  $t$  dengan syarat bahwa seseorang itu telah bertahan (*survival*) hingga waktu  $t$ . Waktu kelangsungan hidup seseorang pada saat  $T$  terletak antara  $t$  dan  $t + \vartheta t$ , jika seseorang itu telah bertahan hidup waktu  $t$  dengan nilai  $T$  lebih besar dari  $t$  yang ditulis :

$$h(t) = P(t \leq T \leq t + \vartheta t | T \geq t) \quad (2.4)$$

Limit dari fungsi *Hazard* dibagi dengan  $\vartheta t$  ketika  $\vartheta t$  mendekati 0 yaitu

$$\lim_{\vartheta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T \leq t + \vartheta t | T \geq t)}{\vartheta t} \quad (2.5)$$

dan jika disederhanakan akan menjadi :

$$h(t) = - \frac{dS(t)}{dt} \quad (2.6)$$

sehingga fungsi kumulatif *Hazard* adalah

$$H(t) = - \ln(S(t)) \quad (2.7)$$

### c. Asumsi *Proportional Hazard* (Asumsi *PH*)

Asumsi *PH* adalah apabila sebuah garis pada kurva *survival* (antar kelompok) tidak saling berpotongan. Asumsi *PH* sangat penting dalam analisis *survival*. Analisis *survival* yang memenuhi asumsi *PH* akan dianalisis dengan analisis *time independent*, sementara *survival* yang tidak memenuhi asumsi *PH* akan dianalisis dengan analisis *full model* atau analisis *reduced model*. Salah satu pendekatan yang sering digunakan dalam mengecek asumsi *PH* ialah dengan pendekatan grafik. Pendekatan grafik merupakan metode yang digunakan dalam mengecek asumsi *PH* dengan melihat garis *survival* pada kurva Kaplan – Meier tidak garis *survival* tidak saling berpotongan (Kleinbaum dan Klein, 2005).

Ada tiga jenis pengecekan asumsi *Proportional Hazard* menurut Dahlan, 2013 yaitu:

1. Garis *survival* pada kurva *Kaplan – Meier* tidak saling berpotongan
2. Garis *survival* pada *ln-ln survival* tidak saling berpotongan
3. Uji *global test*

Dari ketiga jenis pengecekan asumsi *Proportional Hazard*, pada penelitian ini menggunakan pengecekan asumsi dengan uji *global test*. Jika asumsi telah terpenuhi, maka model *Cox PH* dapat dibentuk. Salah satu tujuan model *Cox PH* adalah untuk memodelkan hubungan antara waktu *survival* dengan peubah-peubah yang diduga mempengaruhi waktu *survival*.

Pengecekan asumsi *PH* pada data dilakukan sebagai berikut:

Hipotesis dari uji *global test*:

$H_0$ : Data memenuhi asumsi  $PH$

$H_1$ : Data tidak memenuhi asumsi  $PH$

Signifikansi  $\alpha : 0,05$

Penolakan  $H_0$  jika  $p - value < \alpha$  artinya data memenuhi asumsi  $PH$

#### d. Pengujian Distribusi Data

Anderson-Darling digunakan untuk menguji apakah sampel data berasal dari populasi dengan distribusi tertentu. Anderson-Darling merupakan modifikasi dari uji Kolmogorov-Smirnov (KS). Nilai-nilai kritis dalam uji KS tidak tergantung pada distribusi tertentu yang sedang diuji sedangkan uji Anderson-Darling memanfaatkan distribusi tertentu dalam menghitung nilai kritis. Ini memiliki keuntungan yang memungkinkan tes yang lebih sensitif, tetapi kelemahannya adalah nilai-nilai kritis harus dihitung untuk setiap distribusi. Tabel nilai-nilai kritis untuk normal, lognormal, eksponensial, weibull, nilai ekstrim tipe I, dan distribusi logistik dapat dilihat di Anderson dan Darling (1954), Law dan Kelton (1991). Misalkan,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  adalah data yang akan diuji distribusi normalnya dengan tingkat signifikan  $\alpha$  maka uji AndersonDarling dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A = -n - S \quad (2.8)$$

dengan

$$S = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{x_i - \bar{x}}{s} \right] \quad (2.9)$$

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \quad (2.10)$$

Akibatnya persamaan (1) menjadi

$$A = \sqrt{n} \left[ \sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{x_i} - \frac{\sum_{i=1}^n Z_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \right] \quad (2.11)$$

dengan

$A$  = statistik uji metode Anderson – Darling

$n$  = ukuran sampel,

$x_i$  = data ke –  $i$  yang telah diurutkan

$[Z_i]$  = data ke –  $i$  yang distribusikan

$\bar{x}$  = rata – rata data

$s$  = standar deviasi data

$F(Z_i)$  = nilai fungsi distribusi kumulatif normal baku di  $z_i$

Kriteria penolakan : Tolak  $H_0$  jika nilai  $A \geq A_{\alpha}^2$

#### e. Model PH

##### 1. Model Cox Proporsional Hazard (Cox PH)

Model Cox PH adalah model semiparametrik yang digunakan dalam analisis *survival*. Model Cox PH mempunyai kelebihan dari model parametrik yaitu tidak perlu pengujian distribusi yang harus dilakukan pada model parametrik.

Model Cox PH dapat dituliskan sebagai berikut.

$$h_i(t) = h_0(t) \exp(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p) \quad (2.12)$$

Dimana :



$h_i(t)$  = fungsi kegagalan individu ke- $i$

$h_0(t)$  = fungsi kegagalan dasar (fungsi *Hazard*)

$x_j$  = nilai peubah ke- $j$  , dengan  $j = 1, 2, \dots, p$

$\beta_j$  = koefisien regresi ke- $j$ , dengan  $j = 1, 2, \dots, p$

(Kleinbaum dan Klein, 2005)

Pendugaaan parameter pada model *Cox PH* dari peubah bebas  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$  yaitu  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_p$ , Koefisien  $\beta$  dalam model *Proportional Hazard* dapat diduga menggunakan metode *Maksimum Likelihood Estimator (MLE)*. Estimasi parameter dilakukan untuk mengetahui peranan masing-masing peubah bebas terhadap peubah terikat yang berpotensi menjadi faktor resiko. Untuk mempermudah mendapatkan nilai penaksir parameter dapat digunakan metode iterasi *Newton-Raphson*. Fungsi *likelihood* dinyatakan sebagai berikut (David, 2003) :

$$L = \prod_{i=1}^n \left[ \frac{h(x_i)}{R(t_i)} \right]^{y_i} \left[ \frac{R(t_i)}{R(t_i^-)} \right]^{1-y_i} \quad (2.13)$$

Dimana :

$x_{(i)}$  = vektor peubah dari individu yang gagal saat ke- $i$  dengan waktu  $t_i$ .

$R(t_i)$  = seluruh individu yang memiliki resiko gagal pada waktu ke- $i$ .

## 2. Model Weibull *PH*

Distribusi weibull merupakan salah satu distribusi yang sering digunakan dalam analisis data *survival*. Misalkan peubah random kontinu dari waktu kejadian  $X$  berdistribusi Weibull dengan parameter  $\lambda > 0$  dan  $\gamma > 0$ , atau singkat  $X \sim \text{wei}(\lambda, \gamma)$ .

Bentuk pdf dari distribusi weibull adalah

$$f(t) = \lambda \gamma t^{\gamma-1} \exp(-\lambda t^\gamma) \quad ; t \geq 0 \quad (2.14)$$

Fungsi *survival* dari distribusi Weibull diberikan oleh

$$S(t) = \exp(-\lambda t^\gamma) \quad (2.15) \text{ dan}$$

fungsi *Hazard* dari distribusi Weibull adalah

$$h(t) = \lambda \gamma t^{\gamma-1} \quad (2.16)$$

$h(t) = \lambda \gamma t^{\gamma-1}$ , maka fungsi *Hazard* pada model weibull adalah

$$h(t|\mathbf{X}) = \lambda \gamma t^{\gamma-1} \exp(\boldsymbol{\beta}^t \mathbf{X}) \quad (2.17)$$

dimana  $\boldsymbol{\beta}^t = (\beta_1, \dots, \beta_m)$  adalah vektor koefisien regresi yang mengukur besarnya pengaruh kovariat terhadap *Hazard*

$S(t) = \exp(-\lambda t^\gamma)$ , maka fungsi *survival* pada model weibull adalah

$$s(t|\mathbf{X}) = \exp(-\lambda t^\gamma \exp(\boldsymbol{\beta}^t \mathbf{X})) \quad (2.18)$$

$f(t) = \lambda \gamma t^{\gamma-1} \exp(-\lambda t^\gamma)$  maka fungsi PDF pada model weibull adalah

$$f(t|\mathbf{X}) = \lambda \gamma t^{\gamma-1} \exp(\boldsymbol{\beta}^t \mathbf{X}) \exp(-\lambda t^\gamma \exp(\boldsymbol{\beta}^t \mathbf{X})) \quad (2.19)$$

Penduga parameter peubah bebas  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$  yaitu  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_p$ , Koefisien  $\beta$  dalam model *Proportional Hazard* dapat diduga menggunakan metode *Maksimum*

*Likelihood Estimator (MLE)*. Estimasi parameter dilakukan untuk mengetahui peranan masing-masing peubah bebas terhadap peubah terikat yang berpotensi menjadi faktor resiko. Untuk mempermudah mendapatkan nilai penaksir parameter dapat digunakan metode iterasi *Newton-Raphson*. Fungsi *likelihood*

dinyatakan sebagai berikut (Collet, 1994) :

$$L \quad (2.20)$$

Dimana :

$X_{(i)}$  = vektor peubah dari individu yang gagal saat ke- $i$  dengan waktu  $t_i$ .

$r$  = jumlah kematian atau kerusakan yang diinginkan

$n$  = banyaknya data yang diamati

#### **f. Model Lognormal AFT**

Secara sederhana bentuk distribusi log normal dapat didefinisikan sebagai distribusi suatu variabel dalam bentuk logaritma yang menyebar normal. Variabel acak  $T$  dikatakan memiliki distribusi log-normal, dengan parameter  $\mu$  dan  $\sigma$ , jika  $\log T$  memiliki distribusi normal dengan rata-rata  $\mu$  dan standar deviasi  $\sigma$ . Fungsi kepadatan peluang dari distribusi log normal adalah :

$$f \quad (2.21)$$

Asumsi dasar untuk model AFT adalah efek dari kovariat konstan dan multiplikatif terhadap waktu *survival*. Dengan kata lain, kovariat mempengaruhi *survival* oleh suatu faktor konstan yang disebut *acceleration faktor* (AF).

Model AFT menggambarkan hubungan antara probabilitas *survival* dan himpunan kovariat. Diketahui suatu pasien dengan kovariat  $(x_1, x_2, \dots, x_p)$ . Modelnya secara matematik ditulis sebagai :

$$S(t|x) = S_0(\eta^{-1}(t|x)) \quad (2.22)$$

dimana :

$S_0(t)$  : fungsi baseline *survival*

$\eta$  : faktor percepatan Rumus dari faktor percepatan yaitu  $\eta(x) = \exp(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_p x_p)$  dimana  $p = 1, 2, \dots, 7, i = 1, 2, \dots, n$ .

Keterangan :  $\beta$  : parameter skala  $x$  : variabel bebas  $n$  :

banyaknya data fungsi *Hazard* dengan kovariat  $x_1, x_2, \dots, x_p$

dapat dituliskan :  $h(t|x) = [\eta(x)] h_0(t|x)$

(2.23)

$$h(t) = \frac{\frac{1}{\sigma t} \exp\left[-\frac{(\ln t - \mu)^2}{\sigma^2}\right]}{1 - \Phi\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right)} \quad (2.24)$$

dimana :

$\eta(x)$  : faktor percepatan  $x$  :

variabel bebas  $h_0(t)$  : fungsi

*baseline Hazard*

### g. Pengujian Parameter

#### a. Parameter yang diuji Uji Serentak (parameter $\beta$ )

Parameter yang diuji yaitu  $\beta$  yang diuji secara bersama-sama. Hipotesis yang digunakan

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j = 1, 2, \dots, k$$

Himpunan parameter di bawah populasi ( $H_1$ ) adalah

$$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k, \beta_0, \dots, \beta_{k-1}, \dots, \beta_k, \beta_0, \dots, \beta_{k-1}, \dots, \beta_k$$

Himpunan parameter di bawah  $H_0$  adalah

$$\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0, \beta_0, \dots, \beta_{k-1}, \dots, \beta_k$$

Langkah selanjutnya yaitu memaksimumkan fungsi *likelihood* di bawah populasi

yaitu  $L(\beta)$  dan di bawah  $H_0$  yaitu  $L(\beta_0)$  dimana  $L(\hat{\beta})$  merupakan nilai

*likelihood* untuk model lengkap dengan menyertakan semua variabel prediktor dan

$L(\beta_0)$  merupakan nilai *likelihood* untuk model tanpa menyertakan variabel

prediktor.

$n$

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \epsilon$$

$\beta$

$$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$$

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n \left[ y_i \ln \left( \frac{y_i}{n} \right) + (n - y_i) \ln \left( \frac{n - y_i}{n} \right) \right] - \sum_{i=1}^n \left[ y_i \ln \left( \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{n} \right) + (n - y_i) \ln \left( \frac{n - e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{n} \right) \right] \quad (2.25)$$

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n \left[ y_i \ln \left( \frac{y_i}{n} \right) + (n - y_i) \ln \left( \frac{n - y_i}{n} \right) \right] - \sum_{i=1}^n \left[ y_i \ln \left( \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{n} \right) + (n - y_i) \ln \left( \frac{n - e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{n} \right) \right] \quad (2.26)$$

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n \left[ y_i \ln \left( \frac{y_i}{n} \right) + (n - y_i) \ln \left( \frac{n - y_i}{n} \right) \right] - \sum_{i=1}^n \left[ y_i \ln \left( \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{n} \right) + (n - y_i) \ln \left( \frac{n - e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{n} \right) \right] \quad (2.27)$$

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n \left[ y_i \ln \left( \frac{y_i}{n} \right) + (n - y_i) \ln \left( \frac{n - y_i}{n} \right) \right] - \sum_{i=1}^n \left[ y_i \ln \left( \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{n} \right) + (n - y_i) \ln \left( \frac{n - e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{n} \right) \right]$$

Setelah itu menghitung *odds ratio* dan statistik uji  $G^2$

$$G^2 = -2 \ln \left( \frac{L(\hat{\beta})}{L(\beta_0)} \right) \quad (2.28)$$

Statistik Uji :  $G^2 \sim 2 \ln$

Kriteria penolakan : Tolak  $H_0$  jika  $G^2 \geq k^2_{\alpha}$

#### b. Uji Parsial (parameter $\beta$ )

Merupakan pengujian seluruh parameter  $\beta$  secara parsial. Berikut langkah-langkah pengujiannya :

Hipotesis :

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0; j = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji :

$$Z_{hit} = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad \text{dimana } SE(\hat{\beta}_j) = \sqrt{\text{var}(\hat{\beta}_j)} \quad (2.29)$$

$\text{var}(\hat{\beta}_j)$  merupakan elemen diagonal ke  $j+1$  dari  $(H^{-1} \hat{\beta})$

Kriteria penolakan : Tolak  $H_0$  jika  $|Z_{hit}| > Z_{\alpha/2}$

#### h. Hazard Ratio

1. Hazard ratio terbagi atas dua sebagai berikut:

Hazard Ratio untuk data kategori

Hazard ratio untuk data kategori sebagai berikut :

$$HR = \frac{h(t)}{h_0(t)}$$

$$h(t) = e^{\beta} \quad (2.30)$$

Ukuran yang digunakan untuk mengetahui risiko atau laju kesembuhan dapat diketahui dengan nilai Hazard ratio. Hazard ratio merupakan perbandingan antara individu dengan kondisi peubah bebas X pada kategori sukses dengan kategori gagal. Hubungan

antara peubah  $X$  dan dinyatakan dengan  $h(t|x)$ . Maka *Hazard ratio* untuk individu dengan  $x = 1$  dibandingkan  $x = 0$  (Furqon dan Purhadi, 2012).

## 2. *Hazard ratio* untuk data kontinu

*Hazard ratio* untuk data kategori sebagai berikut :

$$HR(c) = e^{c\beta} \quad (2.31)$$

Interpretasi dari nilai estimator HR diatas adalah resiko kematian variable akan bertambah sebesar  $e^{c\beta}$  untuk setiap pertambahan  $c$  unit variabel.

### i. Pemilihan model Terbaik

1. Pada pemilihan model terbaik, penelitian ini menggunakan *Akaike Information Criterion (AIC)*. Model terbaik memiliki nilai *AIC* terkecil

$$AIC = -2 \log \mathcal{L} + 2P \quad (2.32)$$

Dimana :  $\log \mathcal{L}$  = nilai maksimum fungsi *likelihood* model regresi

*Cox PH*

$P$  = banyaknya peubah bebas dalam model regresi *Cox PH*

(Tustianto, Kris., dan Soehono, 2012)

2. *Mean Squared Error (MSE)* sebuah estimator adalah nilai yang diharapkan dari kuadrat *error*. *Error* yang ada menunjukkan seberapa besar perbedaan hasil estimasi dengan nilai yang akan diestimasi. Perbedaan itu terjadi karena adanya keacakan pada data atau karena estimator tidak mengandung informasi yang dapat menghasilkan estimasi yang lebih akurat



$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (y_t - \hat{y}_t)^2 \quad (2.33)$$

dimana :

$MSE$  = Mean Squared Error

$N$  = Jumlah Sampel

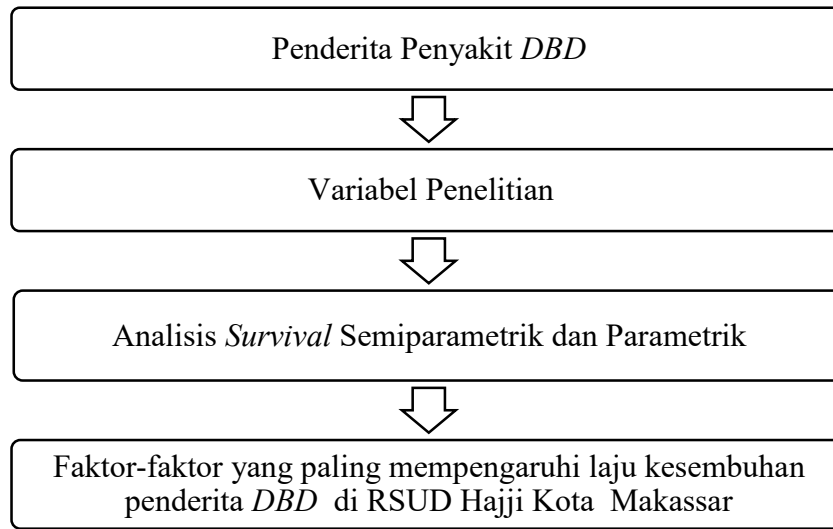
$y_t$  = Nilai Aktual Indeks

$\hat{y}_t$  = Nilai Prediksi Indeks

## B. Kerangka Pikir

Berdasarkan data penderita penyakit *DBD* di dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan terus meningkat sejak memasuki tahun 2015. Penyakit tersebut memiliki peluang kematian yang cukup tinggi. Untuk itu perlu adanya upaya dalam menanggulangi peningkatan penderita penyakit *DBD*. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dengan melihat laju kesembuhan pada pasien penyakit *DBD*. Faktor- faktor yang dijadikan sebagai peubah bebas dalam mengamati laju kesembuhan pasien penyakit *DBD* yaitu usia, jenis kelamin pasien, suhu badan pasien, hasil tes laboratorium, seperti jumlah hemoglobin, leukosit, hematokrit, dan trombosit pasien. Dalam mengamati laju kesembuhan, peneliti menggunakan analisis *survival* model parametrik dan model semiparametrik, dari model tersebut kita akan mendapatkan model terbaik. Sebagai hasil akhir, akan diketahui faktor-faktor yang paling mempengaruhi laju kesembuhan pasien penyakit *DBD*.

Adapun skema kerangka pikir sebagai berikut:



Gambar 2.1 Skema kerang pikir

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Setiap karya ilmiah yang dibuat disesuaikan dengan metodologi penelitian. Dan seorang peneliti harus memahami metodologi penelitian yang merupakan seperangkat pengetahuan tentang langkah-langkah (cara) sistematis dan logis tentang pencarian data yang berkenaan dengan masalah-masalah tertentu. Dalam dunia pendidikan pendekatan penelitian yang terkenal terbagi menjadi dua penelitian yaitu kualitatif dan kuantitatif.

Dalam penulisan ini peneliti menggunakan pendekatan kuantitatif, Jenis penelitian ini adalah penelitian eksplorasi yang berorientasi pada pengamatan awal pasien demam berdarah dengan beberapa variabel yang ditetapkan sebagai kriteria pasien demam berdarah.

#### **B. Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak lain, tidak langsung diperoleh oleh peneliti dari subjek penelitiannya. Data sekunder biasanya berwujud data dokumentasi atau data laporan yang telah tersedia dan dapat diperoleh dari berbagai instansi-instansi yang ada.

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Rumah Sakit Umum kota Makassar.

#### **A. Definisi Operasional Peubah**

Adapun definisi dari peubah-peubah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1) Waktu *survival* pasien *DBD* (Y)

Waktu sampai terjadinya suatu *event* yang diinginkan. Waktu dapat digunakan dalam penelitian ini yaitu waktu lamanya pasien menjalani rawat inap hingga dinyatakan sembuh.

2) Jenis kelamin pasien *DBD* ( $X_1$ )

Penderita yang berjenis kelamin laki-laki dan perempuan yang tercatat dalam rekan medis pasien *DBD* di RSUD Kota Makassar.

3) Usia pasien *DBD* pada saat masuk RSUD ( $X_2$ )

Rentang kehidupan yang diukur dengan tahun, dimana umur pada saat penderita *DBD* masuk di RSUD Kota Makassar.

4) Jumlah trombosit pasien *DBD* ( $X_3$ )

Trombosit merupakan bagian terkecil dari unsur seluler pada sumsum tulang dan penting dalam proses pembekuan serta hemostatis. Dalam kondisi normal, jumlah trombosit untuk perempuan dan laki-laki adalah antara 150000-400000/mm<sup>3</sup>.

Penurunan jumlah trombosit menjadi  $\leq 100.000$  mm<sup>3</sup>, biasanya ditemukan antara hari sakit ketiga sampai ketujuh. Pemeriksaan trombosit perlu diulang sampai terbukti bahwa jumlah trombosit dalam batas normal atau menurun (Hadinegoro, 2002)

5) Jumlah leukosit pasien *DBD* ( $X_4$ )

Leukosit atau sel darah putih adalah sel darah yang mengandung inti, dengan batas normal bagi perempuan adalah 4300-11300/mm<sup>3</sup>, untuk laki-laki adalah 4300-10300/mm<sup>3</sup>.

6) Jumlah Hemoglobin (Hb) pasien *DBD* ( $X_5$ )

Hemoglobin (Hb) adalah protein kompleks yang ada dalam eritrosit, mengandung zat besi dan berwarna merah. Kadar hemoglobin yang normal untuk perempuan adalah 11,4-15,1 g/dl, sedangkan untuk laki-laki adalah 13,4-17,7 g/dl.

#### 7) Presentase hematokrit pasien *DBD* ( $X_6$ )

Hematokrit adalah suatu angka yang menunjukkan presentase zat padat dalam darah terhadap cairan darah. Pada umumnya, penurunan trombosit mendahului peningkatan hematokrit, dengan peningkatan sebesar 20% atau lebih dari keadaan awal. Keadaan normal hematokrit pada tubuh manusia adalah antara 38- 42% untuk perempuan dan 40-47% untuk laki-laki (Hadinegoro, 2002).

#### 8) Suhu badan pasien *DBD* ( $X_7$ )

Demam tinggi yang timbul mendadak dan terus menerus selama 2-7 hari tanpa sebab yang jelas. Kadang-kadang suhu tubuh sangat tinggi sampai 40°C dan dapat dijumpai kejang demam (Hadinegoro, 2002).

Tabel 3.1 Peubah-peubah Laju Kesembuhan Pasien *DBD*

Peubah	Keterangan	Jenis	Kategori
Y	Waktu <i>survival</i> pasien <i>DBD</i> (hari)	Kontinu	-
$X_1$	Jenis Kelamin	Kategori	1 = Laki-laki 0 = Perempuan
$X_2$	Usia pasien <i>DBD</i> awal masuk RS (tahun)	Kontinu	-
$X_3$	Jumlah trombosit pasien <i>DBD</i> saat diperiksa pertama kali (ribu/mm <sup>3</sup> )	Kategori	1 = Normal 0 = Tidak Normal
$X_4$	Jumlah leukosit pasien <i>DBD</i> saat diperiksa pertama kalinya (ribu/mm <sup>3</sup> )	Kontinu	-
$X_5$	Jumlah hemaglobin pasien <i>DBD</i> saat diperiksa pertama kalinya (gram/dl)	Kontinu	-
$X_6$	Persentase hematokrit pasien <i>DBD</i> saat diperiksa pertama kali (%)	Kontinu	-
$X_7$	Suhu badan pada saat diperiksa pertama kali (°C)	Kontinu	-

## **B. Prosedur Penelitian**

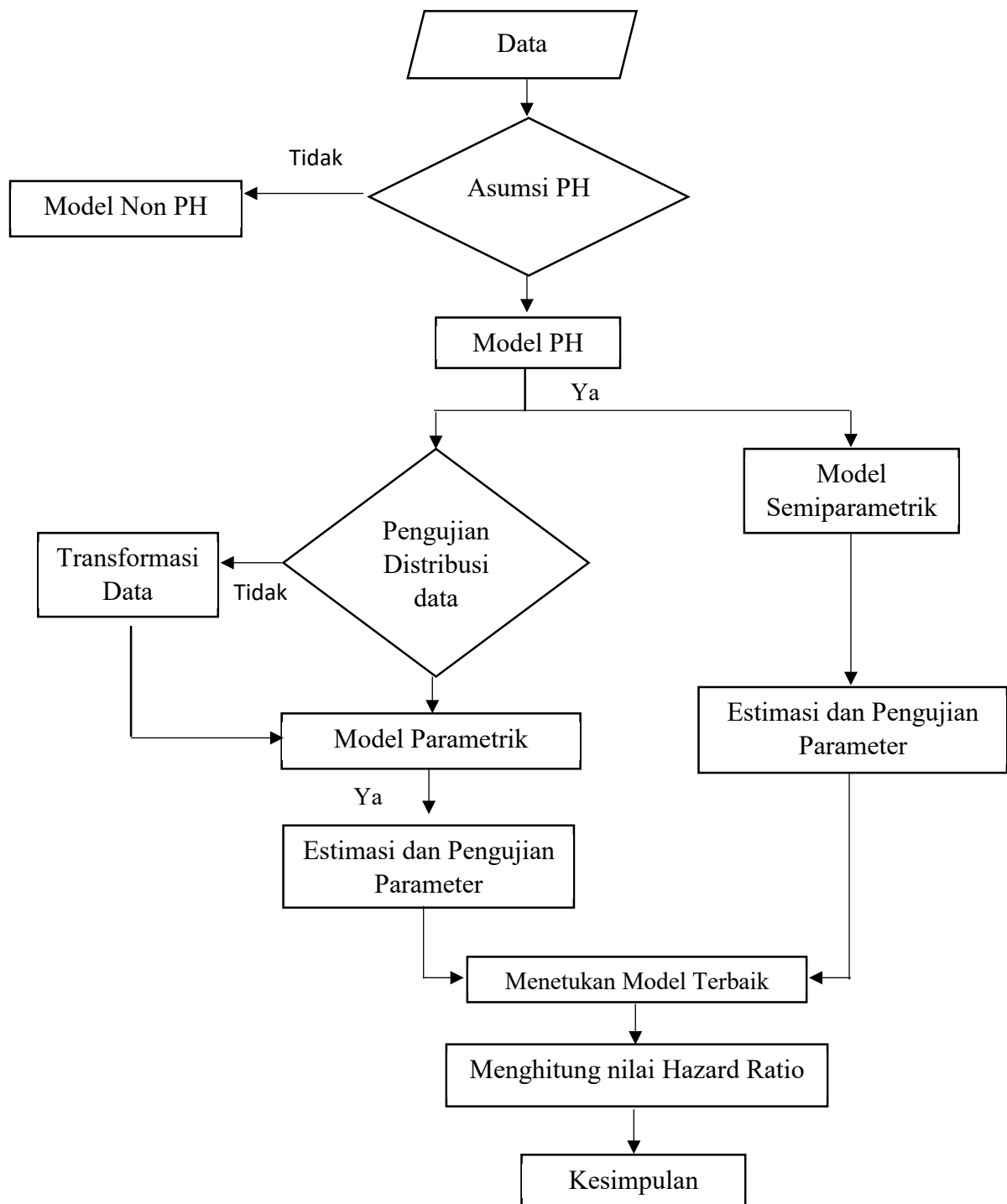
Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Mengumpulkan sumber-sumber informasi yang dibutuhkan dalam penelitian.
2. Rekapitulasi data pasien *Demam Berdarah Dengue (DBD)*

Pada tahap ini data diambil dari RSUD Haji Kota Makassar untuk diolah menggunakan metode Analisis Survival.

3. Melakukan pengolahan data menggunakan *Software* Statistika.
4. Menyusun laporan penelitian.
5. Membuat kesimpulan berdasarkan masalah yang telah dibahas.

### C. Teknik Analisis



Gambar 3.1 Skema Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Mendeskripsikan karakteristik pasien penderita penyakit *DBD*.

2. Melakukan analisis untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita penyakit *DBD* dan model terbaik dengan metode analisis survival Langkah-langkah yang digunakan:
  - a. Pengujian Asumsi PH
  - b. Pengujian distribusi pada peubah terikat
  - c. Pemodelan regresi semiparametrik dan parametrik
  - d. Penduga Parameter dan Pengujian Parameter
  - e. Penentuan model terbaik dengan AIC dan MSE
  - f. Memperoleh laju perbaikan penderita penyakit *DBD* dengan menggunakan nilai hazard ratio.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Perbandingan antara model semiparametrik dan parametrik

###### a. Analisis Statistika Deskriptif

Tabel 4.1 Persentase pasien penderita penyakit *DBD* tahun 2016 di RSUD Haji Kota Makassar berdasarkan Jenis Kelamin

	Persentase (%)
Laki-laki	48,48
Perempuan	51,52

Pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa persentase jenis kelamin laki-laki dari pasien penderita penyakit *DBD* merupakan penderita terkecil yaitu sebesar 48,48 % atau sebanyak 19 pasien. Sedangkan persentase penderita perempuan yaitu 51,52 % atau sebanyak 25 pasien . Hasil ini memperlihatkan bahwa, pasien penderita *DBD* yang berjenis kelamin perempuan lebih banyak.

Tabel 4.2 Persentase trombosit pasien penderita penyakit *DBD* tahun 2016 di RSUD Haji Kota Makassar

	Persentase (%)
Normal	24
Tidak Normal	76

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa persentase trombosit pasien penderita penyakit *DBD* yang normal yaitu sebesar 24% atau sebanyak 8 orang. Sedangkan persentase penderita yang trombositnya tidak normal yaitu 76 % atau sebanyak 25 orang. Pasien penderita penyakit *DBD* tahun 2016 di RSUD Haji Kota Makassar lebih banyak yang tidak normal kandungan trombositnya.

Tabel 4.3 Deskripsi terhadap peubah kontinu penderita DBD di RSUD Haji Kota Makassar tahun 2016

Peubah	Minimum	Maksimum	Rerata
Waktu	2,0	9,0	5,45
Usia	1,0	15,0	8,01
Leukosit	0,8	11,6	4,84
Hemoglobin	4,2	17,1	12,54
Hematokrit	27,3	47,8	36,57
Suhu Badan	36,0	39,4	38,13

Berdasarkan Tabel 4.3, dapat dilihat bahwa Rata-rata pasien penderita *DBD* dirawat di rumah sakit selama 5 hari. Usia pasien penderita *DBD* adalah orang yang berumur rata-rata 8 tahun. Trombosit pada saat pemeriksaan di rumah sakit rata-rata  $134,96/\text{mm}^3$ . Pada hasil lab, tercatat rata-rata jumlah leukosit adalah  $4,84/\text{mm}^3$ . Rata-rata Hemoglobin pada saat diperiksa pertama kali 12 g/dl. Rata-rata Hematokrit pada saat diperiksa pertama kali sebesar 36,57%. Suhu badan pasien pada saat pemeriksaan rata-rata bersuhu  $38,13^\circ\text{C}$ .

#### b. Uji Distribusi Data

Adapun pengujian distribusi data yang sesuai dengan data lama rawat inap seperti pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil uji kecocokan distribusi pada data waktu *survival*

Distribusi	Anderson Darling	<i>p-value</i>
Weibull	0,593	0,122
Lognormal	0,649	0,082
Exponential	7,100	<0,003
Logistik	0,669	0,047

Berdasarkan Tabel 4.4 untuk lama rawat inap pasien, diperoleh bahwa *AndersonDarling* pada distribusi Weibull dan Lognormal memiliki nilai  $p\text{-value} > \alpha$ ,  $\alpha = 0,05$ . Dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan mengikuti sebaran weibull dan lognormal. Sehingga dalam penelitian model yang digunakan yang adalah model weibull dan lognormal.

### c. Pengujian Asumsi *PH*

Asumsi terpenting yang harus dipenuhi dalam regresi *Cox* yaitu asumsi *PH*. Pada Pengujian Asumsi *PH*, penelitian ini menggunakan uji *global test* atau Goodness Of Fit (GOF). Pengecekan asumsi *PH* pada data dilakukan sebagai berikut:

Tabel 4.5 Nilai *p-value Global Test*

Peubah	<i>p-value</i>
Jenis Kelamin ( $X_1$ )	0,367
Usia ( $X_2$ )	0,908
Trombosit ( $X_3$ )	0,882
Leukosit ( $X_4$ )	0,487
Hemoglobin ( $X_5$ )	0,969
Hematokrit ( $X_6$ )	0,648
Suhu Badan ( $X_7$ )	0,793
GLOBAL	0,940

Berdasarkan tabel 4.5, menunjukkan bahwa dari hasil *global test* untuk setiap peubah, masing-masing peubah memiliki nilai  $p\text{-value} > \alpha$ ,  $\alpha = 0,05$ , maka dapat disimpulkan bahwa asumsi *PH* terpenuhi.

### d. Pemodelan Regresi

#### 1. Model *Cox PH*

Pendugaan parameter dalam model *Cox PH* dapat diduga menggunakan metode *Maksimum Likelihood Estimator (MLE)*. Pada pengujian parameter meliputi pengujian serentak dan pengujian parsial. Dari hasil output, dihasilkan nilai sebagai berikut:

Tabel 4.6 Perhitungan Uji Serentak untuk Semua Peubah

<i>Likelihood partial test</i> = 22,53
<i>p-value</i> = 0,002

Berdasarkan tabel 4.6, menunjukkan bahwa dari hasil output, nilai *Likelihood partial test* sebesar 22,71, dengan taraf signifikansi sebesar  $0,001 < \alpha$ ,  $\alpha = 0,05$ . Dapat disimpulkan bahwa minimal ada salah satu peubah yang signifikan, atau dapat diartikan bahwa model secara

keseluruhan dapat memberikan kontribusi terhadap laju kesembuhan pasien penderita penyakit *DBD*. Karena minimal ada salah satu peubah yang signifikan, maka dilanjutkan dengan melakukan pengujian parsial.

Tabel 4.7 Pendugaan Parameter

Peubah	$\beta$	<i>p-value</i>	Ket.
Jenis Kelamin ( $X_1$ )	-0,357	0,401	tidak signifikan
Usia ( $X_2$ )	-0,052	0,413	tidak signifikan
Trombosit ( $X_3$ )	0,244	0,615	tidak signifikan
Leukosit ( $X_4$ )	-0,079	0,258	tidak signifikan
Hemoglobin ( $X_5$ )	0,240	0,067	tidak signifikan
Hematokrit ( $X_6$ )	-0,280	0,001	signifikan
Suhu Badan ( $X_7$ )	-0,770	0,004	signifikan

Berdasarkan tabel 4.7 menunjukkan hasil pengujian parsial, terlihat bahwa peubah yang memiliki  $p\text{-value} < \alpha$ ,  $\alpha = 0,05$  hematokrit ( $X_6$ ) dan suhu badan( $X_7$ ) merupakan peubah yang signifikan terhadap model sehingga dapat memberikan kontribusi terhadap laju kesembuhan pasien *DBD*. Model yang terbentuk adalah :

$$h(t) = h_0(t) \exp (-0.280X_6 - 0.770X_7) \quad (4.1)$$

## 2. Model Weibull *PH*

Pendugaan parameter dalam model *Weibull* dapat diduga menggunakan metode *Maksimum Likelihood Estimator (MLE)*. Pada pengujian parameter meliputi pengujian serentak dan pengujian parsial. Dari hasil output, dihasilkan nilai sebagai berikut:

Tabel 4.8 Perhitungan Uji Serentak untuk Semua Peubah

$\chi^2 = 27.66$
$p\text{-value} = 0,002$

Berdasarkan tabel 4.8, menunjukkan bahwa dari hasil output, nilai  $\chi^2$  sebesar 27.66 dan  $p\text{-value} = 0,002$ ,  $p\text{-value} < \alpha$ ,  $\alpha = 0,05$ . Dapat disimpulkan bahwa minimal ada salah satu peubah yang signifikan, atau dapat diartikan bahwa model secara keseluruhan dapat memberikan kontribusi terhadap laju kesembuhan pasien penderita penyakit *DBD*. Karena minimal ada salah satu peubah yang signifikan, maka dilanjutkan dengan melakukan pengujian parsial.

Tabel 4.9 Pendugaan Parameter

Peubah	$\beta$	$p\text{-value}$	Ket.
Jenis Kelamin ( $X_1$ )	-0,276	0,492	tidak signifikan
Usia ( $X_2$ )	-0,030	0,651	tidak signifikan
Trombosit ( $X_3$ )	0,302	0,526	tidak signifikan
Leukosit ( $X_4$ )	-0,070	0,278	tidak signifikan
Hemoglobin ( $X_5$ )	0,221	0,084	tidak signifikan
Hematokrit ( $X_6$ )	-0,238	0,004	signifikan
Suhu Badan ( $X_7$ )	-0,789	0,004	signifikan

Berdasarkan tabel 4.9 menunjukkan hasil pengujian parsial, terlihat bahwa peubah yang memiliki  $p\text{-value} < \alpha$ ,  $\alpha = 0,05$  Hematokrit ( $X_6$ ) dan suhu badan ( $X_7$ ) merupakan peubah yang signifikan terhadap model sehingga dapat memberikan kontribusi terhadap laju kesembuhan pasien *DBD*. Model yang terbentuk adalah :

$$h(t|X) = (6.07)(3.51)t^{2.51} \exp(-0.238X_6 - 0.789X_7) \quad (4.2)$$

### 3. Lognormal AFT

Pendugaan parameter dalam model *Weibull* dapat diduga menggunakan metode *Maksimum Likelihood Estimator (MLE)*. Pada pengujian parameter meliputi pengujian serentak dan pengujian parsial. Dari hasil output, dihasilkan nilai sebagai berikut :

Tabel 4.10 Perhitungan Uji Serentak untuk Semua Peubah

$\chi^2 = 21.41$
$p\text{-value} = 0,003$

Peubah	$\beta$	$p$ -value	Ket.
Jenis Kelamin ( $X_1$ )	0,276	0,731	tidak signifikan
Usia ( $X_2$ )	0,010	0,392	tidak signifikan
Trombosit ( $X_3$ )	0,001	0,986	tidak signifikan
Leukosit ( $X_4$ )	0,014	0,257	tidak signifikan
Hemoglobin ( $X_5$ )	-0,046	0,065	tidak signifikan
Hematokrit ( $X_6$ )	0,046	0,001	signifikan
Suhu Badan ( $X_7$ )	0,143	0,004	signifikan

$$\frac{\exp(0.046 X_6, 0.143 X_7)}{1 - \Phi\left(\frac{\ln\left(\frac{t}{\exp(0.046 X_6, 0.143 X_7)}\right) - 1.702}{-1.24}\right)} \quad (4.3)$$

### e. Pemilihan model terbaik

Dalam pemodelan dapat dilihat bahwa, model *Cox PH* dan model Weibull signifikan pada taraf  $\alpha = 5\%$ . Peubah bebas pada model *Cox PH* dan model Weibull yang berpengaruh nyata pada peubah hematokrit ( $X_6$ ) dan suhu badan ( $X_7$ ). Oleh karena itu pemilihan model terbaik akan dilakukan dengan melihat nilai AIC dan MSE yang terkecil terhadap model.

Tabel 4.12 Nilai AIC dan MSE pada kedua model

	Model Semiparametrik <i>Cox PH</i>	Model Parametrik	
		Weibull <i>PH</i>	Lognormal AFT
AIC	141,5109	109,3106	109,9432
MSE	37,6791	3,2917	2,9156

Berdasarkan tabel 4.12 menunjukkan hasil nilai AIC dan MSE model Weibull *PH* lebih kecil dibandingkan model *Cox PH* dan Lognormal AFT. Sehingga model terbaik yang untuk mengidentifikasi faktor-faktor mempengaruhi laju kesembuhan pasien penderita *DBD* adalah model Weibull *PH* yang bersifat parametrik.

## 2. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita *DBD*

Berdasarkan tabel 4.9 menunjukkan hasil pengujian parsial, terlihat bahwa peubah yang memiliki  $p\text{-value} < \alpha$ ,  $\alpha = 0,05$  adalah hematokrit ( $X_6$ ) dan suhu badan ( $X_7$ ). Dimana untuk peubah hematokrit ( $X_6$ )  $p\text{-value} = 0.004$  dan suhu badan ( $X_7$ )  $p\text{-value} = 0.004$  merupakan peubah yang signifikan terhadap model sehingga dapat memberikan kontribusi terhadap laju kesembuhan pasien *DBD*.

## B. Pembahasan

### 1. Perbandingan model *Cox PH*, weibull *PH* dan lognormal AFT

Berdasarkan hasil penelitian terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan diantaranya Jenis Kelamin ( $X_1$ ), Usia ( $X_2$ ), Trombosit ( $X_3$ ), Leukosit ( $X_4$ ), Hemoglobin ( $X_5$ ), Hematokrit ( $X_6$ ) dan Suhu Badan ( $X_7$ ). Dalam pemodelan *Cox PH*, weibull *PH* dan lognormal AFT hanya dua faktor yang signifikan dalam pemodelan yaitu Hematokrit ( $X_6$ ) dan Suhu Badan

( $X_7$ ). Untuk menentukan model yang digunakan untuk menginterpretasikan faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita *DBD* digunakan perbandingan nilai AIC dan MSE dari ketiga model, pada tabel 4.10 menunjukkan hasil nilai AIC dan MSE model Weibull *PH* lebih kecil dibandingkan model *Cox PH* dan lognormal AFT. Sehingga model terbaik yang untuk mengidentifikasi faktor-faktor mempengaruhi laju kesembuhan pasien penderita *DBD* adalah model Weibull *PH* yang bersifat parametrik.

## 2. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita *DBD*

Model terbaik dalam mengidentifikasi faktor-faktor mempengaruhi laju kesembuhan pasien penderita *DBD* adalah model lognormal, terdapat dua faktor yang mempengaruhi yaitu Hematokrit ( $X_6$ ) dan Suhu Badan ( $X_7$ ). Untuk mengetahui laju kesembuhan pasien penderita penyakit *DBD* pada model Weibull *PH* dapat ditunjukkan oleh nilai dari hazard ratio. Nilai ini merupakan nilai  $t$  dari peubah-peubah yang masuk dalam model Weibull *PH*. Hasil *hazard ratio*:

Tabel 4.11 Nilai *Hazard Ratio* untuk Peubah Bebas Model Weibull *PH*

Peubah	$\beta$	<i>Hazard Ratio</i> ( $e^\beta$ )
Hematokrit ( $X_6$ )	-0,238	0,788
Suhu Badan ( $X_7$ )	-0,786	0,453

Berdasarkan tabel 4.11, nilai *hazard ratio* adalah sebagai berikut:

- Setiap penurunan 0,238 hematokrit, maka resiko laju kesembuhan menurun sebesar 0,788. Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin rendah hematokrit seorang pasien, maka untuk mencapai sembuh semakin lambat.
- Setiap penurunan 0,786 suhu badan, maka resiko laju kesembuhan menurun sebesar 0,453. Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin rendah suhu badan seorang pasien, maka untuk mencapai sembuh semakin lambat.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pemodelan regresi *cox* PH weibull dan lognormal di RSUD Haji Kota Makassar dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita pasien DBD. Model terbaik pada model tersebut adalah model weibull dengan melihat nilai AIC dan MSE.
2. Dari model yang terbentuk, faktor-faktor yang paling mempengaruhi laju kesembuhan pasien penderita penyakit *DBD* di RSUD Kota Makassar pada tahun 2016 adalah jumlah hematokrit ( $X_6$ ) dan suhu badan ( $X_7$ ) pasien.
  - a. Setiap penurunan 0,238 hematokrit, maka resiko laju kesembuhan menurun sebesar 0,788. Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin rendah hematokrit seorang pasien, maka untuk mencapai sembuh semakin lambat.
  - b. Setiap penurunan 0,786 suhu badan, maka resiko laju kesembuhan menurun sebesar 0,453. Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin rendah suhu badan seorang pasien, maka untuk mencapai sembuh semakin lambat.

## **B. Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan dalam penelitian selanjutnya dan untuk rumah sakit yaitu sebagai berikut:

1. Bagi peneliti yang akan melakukan penelitian selanjutnya, sebaiknya melihat melihat distribusi yang sesuai untuk memilih pendekatan, baik semiparametrik dan parametrik
2. Penelitian selanjutnya dalam menerapkan model lognormal untuk data pasien Demam Berdarah Dengue (*DBD*) di rumah sakit lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alodokter. Demam Berdarah, dari (<http://www.alodokter.com/demam-berdarah>) diakses 06 Juni 2017
- Anderson, T.W., dan Darling, D.A. (1954). A Test of Goodness of Fit, *Journal of American Statistics Association*.
- CNN Indonesia. (2016). Indonesia Peringkat Dua Negara Endemis Demam Berdarah, dari (<http://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20160616170332-255138672/indonesia-peringkat-dua-negara-endemis-demam-berdarah/>) diakses 06 Juni 2017
- Collett, David. (2003). *Modelling Survival Data in Medical Research*. Second Edition. New York: Chapman & Hall/Crc.
- Dahlan, M. S. (2013). *Analisis Survival “Dasar-Dasar Teori dan Aplikasi Program Stata”*. Sagung Seto: Jakarta
- Danardono.2012. *Diklat Kuliah : Analisis Data Survival* Program Studi Statistika Jurusan Matematika Jurusan Matematika, FMIPA UGM. Yogyakarta.
- Feigl dan Zelen (1965). Estimation of exponential survival probabilities with concomitant information. *Jurnal National Cancer Institute, Bethesda, Md. 20014, U.S.A.*
- Hadinegoro, S. R. H., Satari, H. I. (2002). *Demam Berdarah Dengue (Pelatihan bagi pelatih Dokter Spesialis Anak & Dokter Spesialis Penyakit Dalam dalam Tatalaksana Kasus DBD)*. FK UI: Jakarta.
- Hadinegoro, S. R. H., Satari, H. I. (2002). *Demam Berdarah Dengue (Pelatihan bagi pelatih Dokter Spesialis Anak & Dokter Spesialis Penyakit Dalam dalam Tatalaksana Kasus DBD)*. FK UI: Jakarta
- Jevuska. (2012). Demam Berdarah Dengue (DBD)-gejala, penyebab dan pengobatan., dari (<https://www.jevuska.com/2012/12/05/demam-berdarah-dengue/>) diakses 06 Juni 2017
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2015). Demam Berdarah Biasanya Mulai Meningkat di Januari dari <http://www.depkes.go.id/article/print/15011700003/demam-berdarah-biasanyamulai-meningkat-di-januari.html> diakses 8 Juni 2017
- Kleinbaum, D.G., dan Klein, M. (2005). *Survival analysis : a self learning text*. Springer-Verlag: New York

- Lee, E. T. dan Wang, J. W., 2003. *Statistical Methods for Survival Data Analysis*(3rd Edition). John Wiley & Son, Inc. New Jersey
- Murti, B. 1997. *Prinsip dan Metode Riset Epidemiologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Rahmawati, Marlina (2008). *Analisis Data Survival Waktu Tunggu Mendapatkan Pekerjaan Pertama Dengan Menggunakan Metode Eksponensial dan Weibull* [SKRIPSI]. Bogor
- Rachmaniyah, Erna dan Saleh (2015). Analisis Survival dengan Model *Accelerated Failure Time* Berdistribusi Log-normal. Universitas Hasanuddin.
- Sarah, Chairin (2015). Analisis Survival Dengan Model Regresi Cox Terhadap Laju Kesembuhan Penderita *DBD* di Rumah Sakit Muhammadiyah Medan [SKRIPSI]. Medan
- Tustianto, Kris., & Soehono, L. A. (2012). Pemodelan regresi Cox proportional hazard faktor-faktor lama proses IMB Kota Malang. *Jurnal matematika*.

## RIWAYAT HIDUP



**Riangkaryaman** lahir di Maroanging, Kelurahan Cina, Kecamatan Pammana, Kabupaten Wajo pada tanggal 18 Februari 1995, Anak ke dua dari empat bersaudara dan dari buah cinta kasih dari pasangan Batman dan Kamariah. Penulis memulai memasuki jenjang pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2001 di SDN 205

Pammana dan lulus pada tahun 2007. Pada tahun 2007 melanjutkan Pendidikan di SMP Negeri 1 Sengkang Kabupaten Wajo dan lulus pada tahun 2010. Kemudian pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 3 Sengkang Kabupaten Wajo dan tamat tahun 2013 dan lulus pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan pendidikan di Universitas Negeri Makassar pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) program Studi Statistika Strata Satu (S1) melalui jalur Mandiri. Selama menjalani akademik, penulis terlibat dalam beberapa organisasi baik organisasi dalam kampus maupun luar kampus.

Di antara organisasi yang pernah diikuti yaitu, HIMASTAT FMIPA UNM sebagai Koordinator Pengembangan Organisasi periode 2013-2015, sebagai Anggota Bidang Kerohanian periode 2015-2016, pengurus SCMM (Study Clup Mipa Muslim) FMIPA UNM tahun 2014/2015 dan 2015/2016. Selain itu, penulis juga aktif pada organisasi diluar kampus yaitu AIESEC pada tahun 2015.

